

ASOCIACION NACIONAL DE INGENIEROS AGRONOMOS
23. CONFERENCIA INTERNACIONAL DE MECANIZACION AGRARIA
25. FERIA INTERNACIONAL DE LA MAQUINARIA AGRICOLA DE ZARAGOZA (ESPAÑA)

II. MAQUINARIA DEL CULTIVO, RECOLECCION Y POST-RECOLECCION

COMUNICACION

LOS PRODUCTOS ELECTRONICOS SIMULADOS (SEP)
PARA LA DETERMINACION INMEDIATA DE LAS CAUSAS DE DAÑOS
POR IMPACTO EN FRUTAS Y HORTALIZAS

M.RUIZ ALTISENT
C.JAREN CEBALLOS
A.MUIR
G.ANDERSON

LOS PRODUCTOS ELECTRONICOS SIMULADOS (SEP) PARA LA DETERMINACION INMEDIATA DE LAS CAUSAS DE DAÑOS POR IMPACTO EN FRUTAS Y HORTALIZAS.

M. Ruiz Altisent. Prof. Titular	A. Muir
C. Jarén Ceballos. Ing. Agrónomo	G. Anderson
Departamento de Ingeniería Rural	S.C.A.E.
Universidad Politécnica	Penicuik
Madrid	Reino Unido

Resumen.

Dada la importancia económica que tienen las pérdidas de frutos por daños mecánicos y la creciente demanda de productos de calidad, se hace necesario contar con dispositivos para determinar rápidamente los puntos en que este tipo de daños se originan. Los daños por impacto se producen durante los procesos de recolección, manipulación y transporte de los productos agrícolas. Poder determinar la gravedad de los golpes producidos en cada caso es de gran importancia. Los SEPs (productos electrónicos simulados) miden y registran las fuerzas que intervienen en todo el proceso de manipulación de las frutas y hortalizas. De este modo, los puntos donde se producen fuerzas capaces de dañar al fruto pueden ser eliminados o modificados para evitar daños elevados y mejorar claramente la calidad y el valor del producto. En este artículo, se describen algunos de estos dispositivos electrónicos y los ensayos de laboratorio realizados para su calibración. Se discute su adaptación y posible utilización en nuestro país.

Abstract.

Because of the economic importance of losses due to mechanical damage and of the increasing demand of higher quality fruits and vegetables, it is necessary to design devices which can detect machinery parts or processes causing damage. Impact damages occur during harvest, transport and handling. But it is not only important to know where the impacts occur, knowing how serious their damages are is also important. The SEP (Simulated Electronic Product) measures and records the maximum impact force that the produce is likely to encounter while passing through the machinery being tested. It can therefore be used to pinpoint those parts of machinery or processes causing damage, which can then be modified to prevent further damage, significantly improving product quality and value. In this paper, some of these devices and the laboratory tests used to calibrate them are described. Their adaptation and possible use in our country are discussed.

INTRODUCCION

Los daños en los productos agrícolas causados por la manipulación mecánica y el transporte originan una disminución de la calidad, además de importantes pérdidas económicas. Un número significativo de daños pueden atribuirse a magulladuras producidas por impacto de los frutos con superficies duras o con otros frutos.

Para intentar disminuir los daños por impacto, tenemos que conocer los dispositivos mecánicos o los procesos en los cuales se producen impactos (B.R. Tennes et al, 1988). Para poder localizar y cuantificar la gravedad de los golpes producidos, se han desarrollado en los últimos años unos dispositivos electrónicos simulados. Los SEP o productos electrónicos simulados se han desarrollado en diversos laboratorios, entre ellos el Scottish Centre of Agricultural Engineering, con el que se mantiene una Acción Integrada subencionada por el Ministerio de educación y el Instituto Británico (British Council). Los SEP miden y registran las fuerzas que intervienen en los procesos de manipulación y transporte. Por ello, pueden utilizarse para descubrir los puntos que causan daños y, de esa manera, poder hacer las modificaciones oportunas para evitar posteriores daños.

Una importante característica de los SEP es su fácil manejo en situaciones prácticas tales como la recolección y las líneas de manipulación. En estas situaciones, es esencial que no haya interferencias entre el SEP y la maquinaria (G. Anderson, 1990).

DESCRIPCION DE LOS SEP

Los SEP deben fabricarse con un tamaño, peso y característica de rebote (elasticidad) que se corresponde con las propiedades físicas de los productos cuyas cosechadoras o líneas se quieren estudiar (ver figura 1).

Los SEP están formados por una estructura de plástico en forma de toroide y abierta por la mitad. Esta carcasa se envuelve con cable piezo-eléctrico de PVDF (polyvinildenc fluoride) y, en su interior, se encuentran los elementos microelectrónicos que procesan y almacenan los datos así como una pequeña batería. El cable piezo-eléctrico es el encargado de captar el impacto. Cuando éste se produce, el material piezo-eléctrico es presionado entre la superficie de impacto y la carcasa rígida. Esta presión provoca un pulso de electricidad. Este pulso se mide por sensores electrónicos simples que determinan un cierto nivel. Este nivel se almacena hasta que se produce un impacto más fuerte o hasta que hacemos la lectura (G. Anderson, 1990).

El dispositivo, en su versión actual, también registra el tiempo que transcurrió hasta el impacto. Es decir, registra el mayor impacto y el tiempo transcurrido. La carcasa con el cable enrollado se envuelven con un material amortiguador en mayor o menor medida en función de la sensibilidad a dañarse del fruto al que se intenta parecer. Así para patata el dispositivo será menos sensible que para tomate. Esta envuelta le proporciona ya la forma más o menos esférica que poseen los SEP.

En la superficie hay dos conexiones magnéticas. Una de ellas sirve para conectar el aparato. En el momento en que se activa, empieza a funcionar el cronómetro y ya es capaz el SEP de registrar fuerzas. La otra conexión magnética está colocada

al lado de una pequeña pantalla. Se activa cuando el usuario desea hacer una lectura de la información contenida en la memoria. La pantalla mostrará entonces el máximo nivel de daño, ocurrido durante el proceso a que haya sido sometido el fruto electrónico, y el tiempo, en segundos, transcurridos desde que se conectó hasta que dicho impacto tuvo lugar.

Cronometrando el tiempo a lo largo del proceso de manipulación, y observando el dispositivo, se pueden identificar rápidamente las zonas de mayor daño, que pueden ser así eliminadas. Así, por ejemplo, se puede reducir la altura de caída, aumentar la amortiguación o disminuir la pendiente de caída. Sucesivas utilizaciones indicarán otros puntos que también ocasionen daños.

Ejemplo: si en la pantalla aparece

6.018

es que el nivel de daño ha sido de 6 y el tiempo transcurrido de 18 segundos.

Este dispositivo registra hasta un nivel máximo de daño de 7. Por lo que, a priori, lo único que conocemos es si un impacto ha sido mayor que otro, en una escala del 0 al 7.

El SEP se calibra para adecuar esos niveles a los daños que se producen en los frutos a los que se asemeja sometidos a un impacto de la misma magnitud.

CALIBRACION

Para la calibración del SEP se realizaron impactos controlados sobre él en el Laboratorio de Propiedades Físicas del Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad Politécnica de Madrid. Los impactos se realizaron con un dispositivo diseñado por dicho laboratorio (M. Ruiz et al., 1987). Una masa semiesférica de

115.31 gramos de peso se dejó caer sobre el SEP a distintas alturas (ver figura 2). Se efectuaron impactos de alturas desde un centímetro hasta 44 centímetros, en intervalos de un cm. No se siguieron ensayando impactos por encima de los 44 cm por considerarlos excesivos para los frutos en los que estábamos interesados. Después de cada impacto, se tomaba lectura de la pantalla del SEP para conocer el nivel de daños.

Además de probar el SEP, se ensayaron dos prototipos más sensibles. Además, éstos se diferenciaban en que el nivel de daños no se contabilizaba del 0 al 7 sino que lo hacían en tantos por ciento.

Al mismo tiempo que se realizaron los impactos sobre los frutos electrónicos, se realizaron también sobre frutos. Los puntos de impacto sobre el fruto eran marcados por la propia masa que se dejaba caer sobre ellos. Dicha masa se impregnaba con tinta antes del impacto. Al cabo de dos horas de efectuarse el impacto, los frutos eran seccionados para conocer las dimensiones de las magulladuras producidas. Así, de manera directa, podemos asignar a cada valor de la escala de los dispositivos, una estima de las consecuencias que ese impacto tiene sobre el fruto. Esta relación hay que hacerla para cada tipo fruto, para cada variedad y para unas mismas condiciones de madurez y temperatura. Un mismo impacto no causa los mismos daños sobre todos los frutos ni sobre todas la variedades de un mismo fruto. Los niveles de daño también dependen mucho del estado de madurez y de la temperatura a la que se efectúe el impacto.

Según Siyami et al. (1988), que también han trabajado en los últimos años con esferas instrumentadas para la detección de daños en frutas y hortalizas, el diámetro de las magulladuras producido por impactos en manzana está influenciado por la

aceleración máxima en el impacto, el cambio de velocidad total, la altura de caída y el diámetro de la manzana de forma directa y, de forma inversa, la fuerza de Magness-Taylor.

RESULTADOS

A partir de los datos de altura del impacto y del nivel de daños registrado por los dispositivos para cada una de ellas, se ha establecido la siguiente relación:

TABLA 1. Relación entre altura del impacto, en cm, y nivel de daño en el producto electrónico simulado (SEP)

Altura en cm	Nivel de daño
1-4	0
5-10	1
11-18	2
19-28	3
29-44	4

TABLA 2. Relación entre altura del impacto, en cm, y nivel de daño, en tanto por ciento, registrado en el prototipo B.

Altura en cm	Nivel de daño (%)
1	0
2	5
3	10
4	23
6	40.2
8	55.7
10	71.2
>12	100

TABLA 3. Relación entre altura del impacto, en cm, y nivel de daño, en tanto por ciento, registrado en el prototipo A.

Altura en cm	Nivel de daño (%)
1	8.3
2	25.3
3	52
4	85.4
5	91
6	100

Los daños sufridos por manzanas cv. "Golden Delicious", sometidas a los mismos impactos que los frutos electrónicos, vienen dados por las dimensiones de sus magulladuras. Estas se midieron con la ayuda de una lupa binocular de 10 aumento y que dispone de una escala para tomar medidas en mm. Se tomaron la medidas de la anchura y la profundidad de las magulladuras. Los datos de ésta se encuentran en la tabla 4.

TABLA 4. Dimensiones de magulladuras en manzanas sometidas a impactos con una masa de 115.31 gramos desde diferentes alturas.

Altura (cm)	Anch. (mm)	Prof. (mm)
1	-	-
2	9.1	1.5
3	11.2	1.9
4	11.5	2.6
5	12.5	3.2
6	12.7	3.0
7	11.0	3.7
8	10.4	3.8
9	14.0	3.0
10	13.3	3.9
12	16.5	4.4
14	14.3	4.2
16	14.1	6.0
20	16.8	5.3

CONCLUSIONES

El SEP que se comercializa en la actualidad, no es asimilable a frutas tales como la pera, la manzana y el melocotón, en las condiciones en las que esta fruta se manipula en nuestro país. Esto se puso mucho más de manifiesto en las líneas que para dichos frutos dispone la empresa MERCO en Bell-lloch (Lérida) y en Fraga (Huesca). Aunque no es en concreto el tema de este artículo, en dichas líneas el dispositivo no registró ningún daño. El SEP no registró daño alguno en las pruebas de laboratorio hasta una altura de 5 cm y con una masa impactante de 115,31 gramos de peso. En cambio, las manzanas, en el mismo ensayo, ya registraban daños a 2 cm. En otros trabajos realizados con el mismo dispositivo de ensayos (Jarén et al. 1990 a y b) ya se encontraban daños en manzanas cuando una masa de unos 50 gramos de peso caía desde una altura de 3 cm.

Este SEP es adecuado para frutos más resistente a daños mecánicos por impacto tales como las patatas y las cebollas.

El prototipo A, que era de los tres el de menor tamaño, resultó ser el más sensible a los impactos mecánicos a los que fue sometido. Su rango de medida fue muy pequeño, tan solo entre 1 y 6 cm de altura. Por lo tanto, podría asemejarse a frutas como las anteriormente citadas. Se podría emplear para la detección de daños en líneas de una calidad media. Este aparato, al igual que el otro, se ensayó en las líneas de MERCO antes citadas, sin que tampoco registrara daño alguno.

Son necesarios nuevos dispositivos cuyos rangos de detección estuvieran entre los 1 y 10 cm de caída de un impactador de 50 gramos de peso para perfeccionar las líneas de manipulación de fruta incluso más sensible que la manzana cv. "Golden Delicious", como por

ejemplo chirimoya, y para estudiar los daños por impacto mecánico en las tareas de recolección, transporte y manipulación del tomate tanto para consumo en fresco como para el tomate de industria.

El prototipo B, que resultó de una sensibilidad intermedia, registró daños entre 2 y 12 cm. No se consideran aquellos daños registrados por encima de la primera altura que registró un nivel de daños del 100 por cien, ya que a partir de ahí ya no discrimina. Este prototipo está indicado para frutos tales como la cebolla. De hecho, se trabajó con él para estudiar los puntos que ocasionan daños por impacto mecánico en una línea de cebollas que MERCO posee en Mocejón (Toledo), (Jarén, 1991).

REFERENCIAS

- Anderson, G. (1990). The development of artificial fruits and vegetables. 22 Conferencia Internacional de Mecanización agraria. Workshop of impact damage on fruits and vegetables. Zaragoza.
- Jarén Ceballos, C., I. Recasens. 22 Testing the effect of Calcium treatment on the physical properties of apples. Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. Workshop of impact damage on fruits and vegetables. Zaragoza.
- Jarén Ceballos, C., I. Recasens y M. Ruiz Altisent. (1990). Daños mecánicos en frutos de manzana del cv. "Golden Delicious" tratadas con calcio. Congreso de la S.E.C.H. Lisboa.
- Jarén Ceballos, C. (1991). Utilización de productos electrónicos simulados (SEPs) para la determinación de daños ocasionados en una línea de manipulación de cebollas. 23 Conferencia Internacional de

Mecanización
Zaragoza.

Agraria.

Ruiz Altisent, M., J. Gil Sierra,
P. Chen y F. M. Lu (1987).
Methods for studying
resistance to impact and
compression in fruits:
aplication to four vatieties
of Asian Pears. II Congress
of food Technology.
Barcelona.

Siyami, S., G. K. Brown, G. J.
Turgess, J. B. Gerrish, B. R.
Tennes, C. L. Burton y R. H.
Zapp (1988). Apple impact
bruise prediction models.
Tras. ASAE 31(4):1038-1046.

Tennes, B. R., H. R. Zapp, G. K.
Brown y S. H. Ehlert (1988).
Self-contained impact
detection device: calibration
and accuracy. Trans ASAE
31(6):1869-1873.

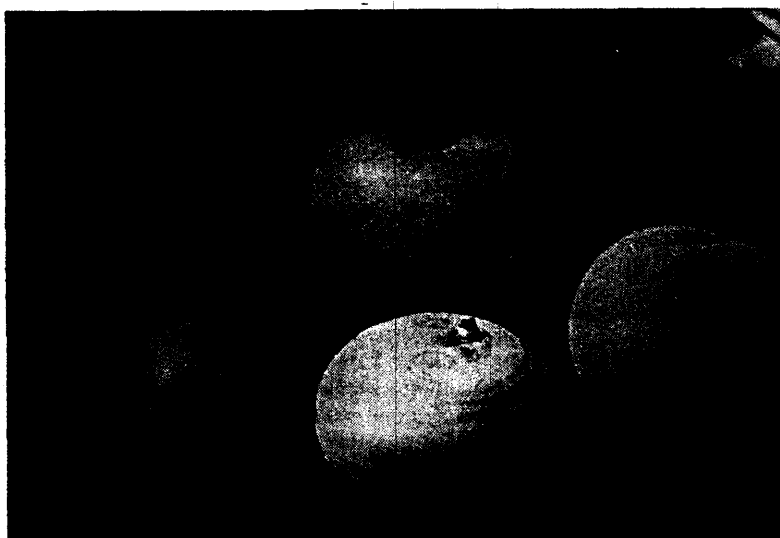


Figura 1.- Dos SEPs junto a los
frutos a los que se asemejan.

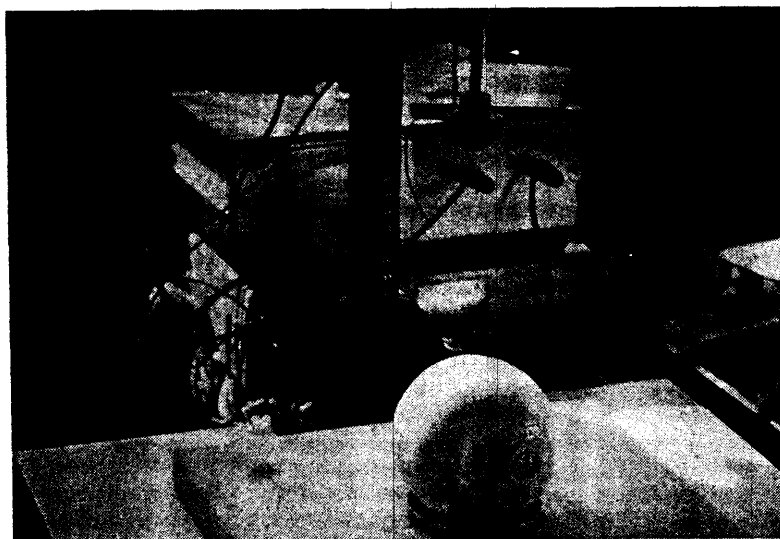


Figura 2.- SEP colocado en el
dispositivo de impactos.